

## CATAPULTE POUR LANCER UN PARACHUTISTE

La présente invention concerne une catapulte, en particulier pour lancer un parachutiste.

5 Les machines de guerre de l'antiquité étaient mues par des ressorts de crin, de corne, de cuir sec, de cheveux, de boyaux. Le mot de catapulte, qui veut dire « perce-armure » désignait certaines de ces arbalètes géantes.

10 Leur faible puissance et leur peu de résistance à l'humidité les ont fait abandonner au Moyen Age pour des engins composés d'une longue et forte pièce de bois nommée verge, articulée sur un axe horizontal à (par exemple) un quart de sa longueur. Un contrepoids est fixé ou articulé au bras court de cette verge. Le projectile est contenu dans une poche accrochée à une forte pointe de fer dite style, dans le prolongement du bras long. La rotation de la verge sous l'action du contrepoids entraîne la rotation de la poche autour du style et 15 son décrochement en un point de sa complexe trajectoire dépend du rapport des rayons des arcs de cercles décrits par le style et le projectile et du rapport des masses du contrepoids et du projectile.

20 Ces machines coexistèrent avec l'artillerie jusqu'à l'arrivée du boulet métallique. Elles servirent quelquefois à catapulter des prisonniers de part et d'autre des remparts des citadelles assiégées, mais il faut voir là plus des épisodes cruels de guerre psychologique que la naissance d'un sport aérien.

25 Le siège éjectable qui catapulte le pilote à une distance de sécurité de son avion en perdition est une fusée. La catapulte qui lance les avions d'un porte-avions est mue par un énorme vérin à vapeur. On sait que les Russes, dans les années 30, tentèrent de catapulter des parachutistes en soufflant dans 30 leurs voiles ouvertes avec des hélices géantes. Ils n'ont atteint que des performances décevantes.

A ses débuts, le parachutisme était une attraction de foire. Il a trouvé une utilité un siècle plus tard avec l'invention de l'avion, comme engin de secours et 35 de sport. Les sauts en parachute se déroulent généralement à plusieurs milliers de mètres d'altitude et la dimension spectaculaire de cette activité a bien perdu de sa proximité.

Depuis une vingtaine d'années, un sport nouveau a divergé du parachutisme : le B.A.S.E jump. Il consiste à sauter en parachute d'un objet fixe : un bâtiment (Building), une Antenne, un pont (Spanner) ou une falaise (Earth). Il a été développé pour cette activité des parachutes spécifiques

monovoiles, à ouverture rapide et sûre. Il est courant aujourd'hui de sauter en parachute de moins de 100 mètres de hauteur.

Le B.A.S.E jump s'est rapproché du public mais il nécessite un objet fixe, d'une hauteur suffisante, permettant au sportif de sauter en ayant suffisamment de temps pour ouvrir son parachute.

L'invention a pour but, surtout, de proposer une catapulte destinée à lancer depuis le sol un homme ou une femme à une hauteur suffisante pour lui permettre de redescendre en parachute.

Selon l'invention, une catapulte, en particulier pour lancer un parachutiste, est caractérisée en ce qu'elle comporte un berceau souple ou articulé contenant le parachutiste et relié aux deux brins rapides, passant sur deux poulies placées en hauteur, d'au moins un palan soutenant un contrepoids, le parachutiste étant catapulté en l'air lors du déclenchement de la catapulte et de la chute du contrepoids.

Le contrepoids peut être soutenu par deux palans, les brins rapides des palans étant reliés au berceau. Le rapport du ou des palans peut être d'environ 10.

Le corps du parachutiste peut être sensiblement perpendiculaire à la direction de déplacement de la nacelle. Les brins rapides peuvent être maintenus sous tension avant le déclenchement de la catapulte.

Le berceau peut être ouvert en fin de course par la traction des brins. Le berceau peut être freiné en fin de course par sa résistance aérodynamique.

L'arrêt de la catapulte peut être obtenu par arrêt de la chute du contrepoids, en particulier par entrée en contact avec le sol. La course du contrepoids peut être d'environ 5 mètres.

Les câbles utilisés pour la réalisation des brins rapides peuvent être en matériau de faible masse linéaire.

Selon un autre aspect, la catapulte est caractérisée en ce qu'elle comporte un berceau souple ou articulé pour contenir une charge à projeter, en particulier un parachutiste, accroché à deux brins de lien flexible, passant sur deux poulies placées en hauteur, reliés à au moins une sortie d'un moyen à coefficient multiplicateur de course, l'entrée du moyen multiplicateur étant commandée par la chute d'un contrepoids dont la masse est choisie suffisamment grande pour que l'accélération communiquée à la charge soit un multiple de l'accélération de la pesanteur, la charge étant catapultée en l'air lors du déclenchement de la catapulte et de la chute du contrepoids.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la

description qui suit avec référence aux dessins annexés mais qui n'a aucun caractère limitatif.

Sur ces dessins :

Fig. 1 est une vue en perspective d'un mode de réalisation d'une 5 catapulte selon l'invention.

Fig. 2 est une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un berceau de catapulte selon l'invention.

Deux poulies A et B sont suspendues. Il n'y a rien entre elles, ni câble ni 10 vergue. Elles peuvent être suspendues à des bâtiments appropriés, comme deux tours jumelles ou une structure ad hoc. Elles peuvent aussi être suspendues à deux grues, comme sur l'illustration, à une hauteur de par exemple 60 mètres, distantes entre elles d'une dizaine de mètres.

Sur ces poulies passent les brins rapides d'un double palan C, accroché 15 à une troisième grue. Cette grue, plus courte, placée face aux deux autres, soutient un contrepoids D, pesant entre 15 et 30 tonnes, suspendu à ce double palan.

Il faut noter que des valeurs sensiblement différentes au niveau des 20 résistances au roulement dans les palans risqueraient de créer un différentiel d'accélération entre les deux brins rapides et de provoquer une déviation du tir. Une telle déviation pourrait être préjudiciable du point de vue de la sécurité du parachutiste. Utiliser un double palan permet, entre autres, de sensiblement diminuer ce risque.

Ce double palan C est composé de deux éléments comprenant chacun 25 deux moulfes constituées chacune de dix ou douze poulies de grand diamètre, montées sur roulements à billes sur un axe. Sur ces poulies se gréent deux cordes en fibres synthétiques légères, qui permettent donc d'obtenir des rapports de multiplication jusqu'à douze sur deux brins distincts.

Le choix d'un rapport de multiplication élevé permet en théorie d'obtenir 30 une accélération plus importante mais des essais ont permis de démontrer que l'impact des frottements et l'inertie du dispositif limite fortement le rapport de démultiplication qui peut être utilisé. Dans ce contexte, un rapport de multiplication de dix est un compromis intéressant.

Le contrepoids aura une masse de 15 tonnes mais cette masse pourra 35 être avantageusement augmentée de manière à permettre au parachutiste d'atteindre une altitude plus élevée et de lui permettre d'ouvrir son parachute dans de meilleures conditions.

5 Ces brins, après être passés sur les poulies A et B viennent s'attacher à des sangles cousues dans un berceau souple E qui tient le corps du parachutiste. L'angle formé avec la verticale par la partie des brins s'étendant entre les poulies A, B et le berceau E est faible, en général inférieur à 30°, de préférence inférieur à 20°.

10 Ce berceau est constitué d'une pièce de toile forte d'environ deux mètres de long, large d'un mètre. Elle est tendue dans le sens longitudinal par un lattage approprié ou une feuille de plastique souple, et garnie de mousse élastique à l'intérieur. Deux points d'accrochage F et G sont formés de la 15 réunion de plusieurs sangles cousues sur le berceau. Cette disposition permet de minimiser la masse du berceau et donc son inertie.

15 Deux fortes sangles I et J descendant de chaque côté des points d'accrochage, sont reliées en dessous de la quille par un tube K faisant fonction d'écarteur, et se rejoignent dans la boucle de retenue L, destinée à recevoir le système à relâchement rapide (de type « 3 anneaux » par exemple).

Les deux extrémités du berceau peuvent être reliées à cette boucle L par des sangles réglables M et N, pour ajuster l'assiette du parachutiste au moment du départ.

20 En position de tir, le berceau contenant le parachutiste est accroché par sa boucle L au système de relâchement, lui même attaché au sol, par exemple à une patte de stabilisation de l'une des grues hautes. En conséquence, le système est sous tension avant le tir et cela permet d'éviter sensiblement que le parachutiste soit soumis à un choc lors du déclenchement du tir.

25 Le contrepoids est suspendu à son palan à une hauteur telle qu'il touchera le sol quand le berceau sera en fin de course en haut. La tension statique sur les brins rapides du palan, reliés au berceau en F et G est alors égale à la masse du contrepoids divisée par le rapport de réduction du palan, la course du contrepoids sera égale à celle du berceau divisée par le rapport de réduction du palan. Un tel système permet d'exercer sur le berceau une 30 accélération constante, contrairement, par exemple, au cas de l'utilisation de pièces élastiques.

35 Le parachutiste est allongé dans le berceau, le visage orienté vers le ciel. La position couchée, adoptée pour le départ des astronautes permet d'éliminer les risques de troubles dus aux effets de l'accélération sur les mouvements du sang (« voile noir » des pilotes). Des accélérations de cet ordre de grandeur sont déjà subies par les utilisateurs de certaines attractions de fête foraine et seront supportables par le parachutiste.

Par ailleurs, il faut noter que le fait d'utiliser une nacelle souple, qui par conséquent se déforme, permet d'éviter d'avoir un gradient d'accélération trop important au démarrage.

En fin de course le berceau, emporté par son inertie, risque de provoquer la sortie des brins rapides de leurs logements sur les poulies. On utilisera donc des poulies munies de systèmes antidéraillement. Ce type de système est déjà connu de l'homme du métier.

En fonctionnement, au déclenchement du système de relâchement, le parachutiste dans son berceau souple est vivement emporté vers le haut par la chute du contrepoids, à une vitesse multipliée par le palan.

Un contrepoids  $M$ , par exemple d'une masse de 12 tonnes soumis à la gravité terrestre entraîne, à travers le double palan dont les moufles comportent  $n$  poulies, la masse ( $m = 100$  kg) de la nacelle et communique à celle-ci une accélération  $\gamma$ .

15  $m\gamma = Mg/n - mg \Rightarrow \gamma = (M/m/n - 1) g$

Une accélération  $\gamma$  considérée comme supportable est  $\gamma=5g$ ,  $g$  étant l'accélération de l'apesanteur. Pour tenir compte des frottements et d'une marge de sécurité, on peut considérer que le contrepoids descend selon un mouvement uniformément accéléré à environ  $0.5g$  seulement. Pour obtenir une accélération  $\gamma=5g$ , on choisira un rapport de démultiplication  $n=10$ .

Le palan étant construit dans un rapport 10, la nacelle sera propulsée vers le haut avec une accélération constante de  $\gamma=5 G$ .

La vitesse acquise par le parachutiste sur la course ( $h = 40$  m) lui permettrait d'atteindre une altitude  $H$  telle que :

25  $H = h \times (1 + \gamma / g) = 240$  m

La moitié de cette altitude est suffisante pour permettre à un parachute à ouverture rapide de se déployer en sécurité.

Le parachutiste sera donc lancé face vers le haut, incliné par exemple de  $30^\circ$  sur l'horizon, les pieds plus bas que la tête. Il devra réaliser un basculement de  $150^\circ$  vers l'avant (ou  $210^\circ$  vers l'arrière) après sa sortie de la catapulte pour se retrouver en position horizontale face vers le bas, pour l'ouverture du parachute.

35 Dans la dernière partie de l'ascension, la traction des brins écarte le berceau, libérant le parachutiste, qui continue sa course vers le haut quand le contrepoids touche le sol. Le berceau ouvert est alors freiné par sa résistance aérodynamique.

La catapulte selon l'invention sera un nouveau sport aérien. Elle permettra des démonstrations de parachutisme proches du public, l'apprentissage du B.A.S.E jump dans des conditions de sécurité nouvelles, des vols en combinaisons à ailes, des départs B.A.S.E sans falaise.

5 La description qui précède mentionne essentiellement un double palan comme moyen multiplicateur de course simple et efficace. Toutefois d'autres moyens multiplicateurs, notamment à engrenages, pourraient être envisagés.

La catapulte n'est pas limitée au lancement d'un parachutiste, d'autres charges pouvant bien entendu être lancées.

## REVENDICATIONS

1. Catapulte, en particulier pour lancer un parachutiste, caractérisée en ce qu'elle comporte un berceau souple ou articulé contenant le parachutiste et relié aux deux brins rapides, passant sur deux poulies placées en hauteur, d'au moins un palan soutenant un contrepoids, le parachutiste étant catapulté en l'air lors du déclenchement de la catapulte et de la chute du contrepoids.
- 10 2. Catapulte selon la revendication 1, caractérisée en ce que le contrepoids est soutenu par deux palans, les brins rapides des palans étant reliés au berceau.
- 15 3. Catapulte selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le rapport du ou des palans est d'environ 10.
- 20 4. Catapulte selon la revendication 1, caractérisée en ce que le corps du parachutiste est sensiblement perpendiculaire à la direction de déplacement de la nacelle.
5. Catapulte selon la revendication 1, caractérisée en ce que les brins rapides sont maintenus sous tension avant le déclenchement de la catapulte.
- 25 6. Catapulte selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'arrêt de la catapulte est obtenu par arrêt de la chute du contrepoids, en particulier par entrée en contact avec le sol.
7. Catapulte selon la revendication 1, caractérisée en ce que la course du contrepoids est d'environ 5 mètres.
- 30 8. Catapulte selon la revendication 1, caractérisée en ce que les câbles utilisés pour la réalisation des brins rapides sont en matériau de masse linéaire inférieure à celle de l'acier.
- 35 9. Catapulte, en particulier pour lancer un parachutiste, caractérisée en ce qu'elle comporte un berceau souple ou articulé pour contenir une

5

charge à projeter, en particulier un parachutiste, accroché à deux brins de lien flexible, passant sur deux poulies placées en hauteur, reliés à au moins une sortie d'un moyen à coefficient multiplicateur de course, l'entrée du moyen multiplicateur étant commandée par la chute d'un contrepoids dont la masse est choisie suffisamment grande pour que l'accélération communiquée à la charge soit un multiple de l'accélération de la pesanteur, la charge étant catapultée en l'air lors du déclenchement de la catapulte et de la chute du contrepoids.

1/2

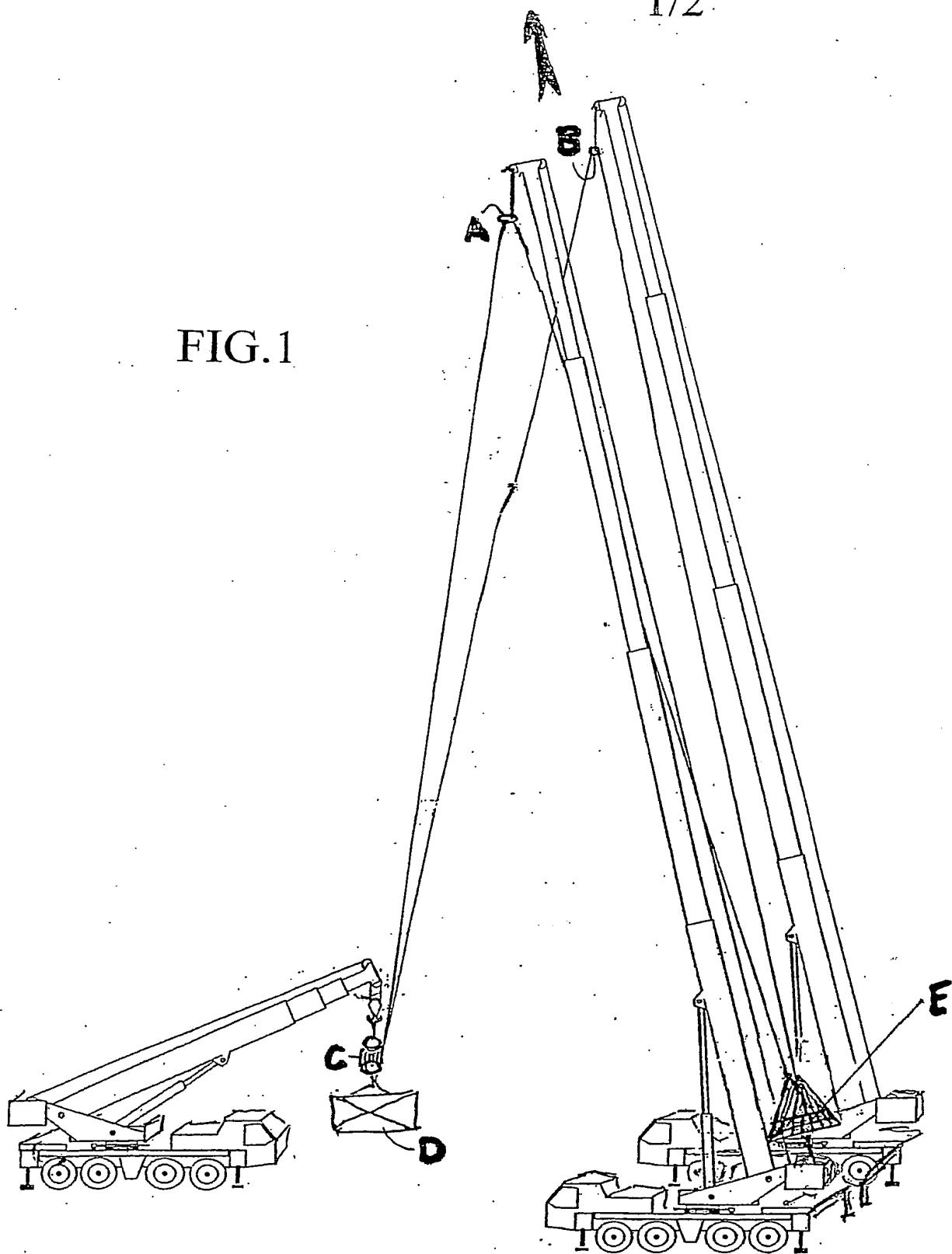


FIG.1

2/2

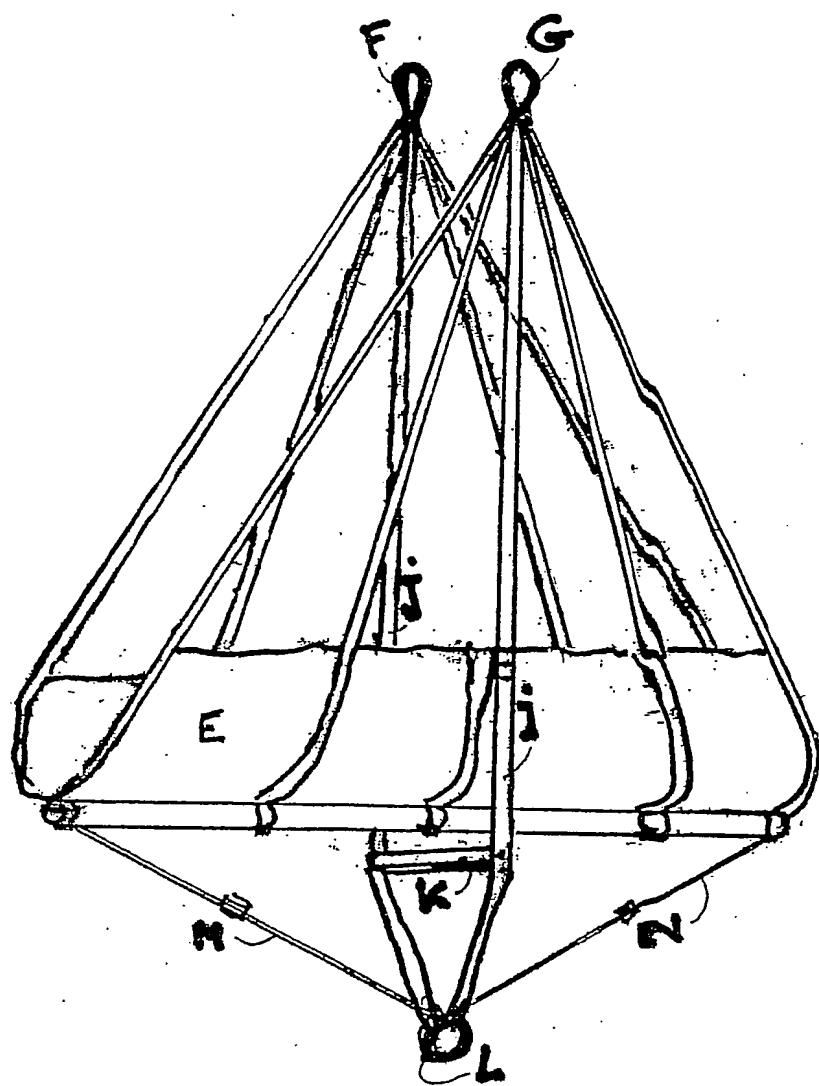


FIG.2